


Schleiden

Liebig und die Pflanzenphysiologie

1842

Ditlevsen



# Herr Dr. Justus Liebig
in Giessen

und

# die Pflanzenphysiologie

von

**M. J. Schleiden,** Dr.
ausserordentl. Professor in Jena.

---

**Leipzig,**
Verlag von Wilh. Engelmann.

**1842.**

Der folgende Aufsatz war ursprünglich für die neue allgemeine Jenaer Literaturzeitung bestimmt, wurde aber von dem Hauptredacteur wegen Mangel an Raum zurückgegeben.

**Die organische Chemie in ihrer Anwendung auf Agricultur und Physiologie,** von *Justus Liebig*, Dr. Braunschweig, Fr. Vieweg u. Sohn. 1840.

Nicht leicht hat ein Buch in neuerer Zeit mehr Aufsehen gemacht und schneller überall in Europa von sich reden machen, obwohl es scheinbar einem sehr beschränkten Kreise angehört, als das vorstehende, und wie es bald nach seinem Erscheinen fast von allen Seiten als eins der genialsten Producte, als eine neue Fackel durch die dunkelsten Labyrinthe der Wissenschaft begrüsst wurde, haben sich auch eben so schnell von allen Seiten widersprechende Stimmen erhoben und mehren sich noch täglich so, dass fast zu erwarten ist, es werde das Buch eben so schnell im Credit sinken, als es gestiegen ist. Fragen wir nach den Ursachen, so werden wir leicht den Werth des Werkes bestimmen können, welcher demselben einen so schnellen Erfolg sicherte. Schwerer möchte es seyn, den innern Unwerth richtig und klar zu entwickeln, der das schnelle Fallen des Curses veranlassen wird. In erster Beziehung ist gewiss, dass das Werk in einer lebhaften, kecken Sprache voll Sicherheit und Selbstvertrauen die seit vielen Jahrzehenden in der Wissenschaft durch die mühseligsten Untersuchungen gewonnenen Resultate in wenige scharf und klar ausgesprochene Sätze vereinigt, durch kühne Combinationen Gesetze gewinnt, welche die schwierigsten Fragen leicht und sicher zu lösen scheinen, und die schwerfälligen und gründlichen Gelehrten bei Seite schiebend, sich in leicht verständlichem, von Schulterminologie zum Theil freiem Ausdrucke an die wendet, denen bei völliger Unfähigkeit zu eignem Urtheil hauptsächlich um fassliche Resultate zu thun ist. Unter anderem Titel erschienen würde es Niemandem eingefallen seyn, mit dem Verfasser zu rechten, indem Landbauer und andere Techniker recht viel Gutes aus dem Buche lernen können, was ihnen anderweitig aus wissenschaftlichen Werken zusammenzubringen unendlich schwer werden möchte. Durch den

Titel aber und durch die in der Einleitung (S. IX) angegebene Veranlassung des Buches fällt es der strengsten wissenschaftlichen Beurtheilung anheim, und diese wird auszumachen haben, was von ihrem Standpuncte aus der eigentliche Werth dieses Buches sey. Schon aus dem Titel ergiebt sich, dass hier nicht ein Einzelner im Stande seyn wird, das Buch umfassend und vollständig zu würdigen, indem das Urtheil vom Standpuncte des Chemikers, des Agriculturisten und des Physiologen vielleicht sehr verschieden ausfallen kann. Haben sich nun bis jetzt nur die beiden Ersteren ausgesprochen, haben jene gemeint, dass *Liebig* eben wenig Neues und das Alte oft als wäre es sein Eigenthum und ohne Angabe des Namens mitgetheilt, haben diese gegen viele Sätze besonders seiner Düngerlehre vielleicht gegründete Bedenken erhoben, so mag nun auch von Seiten der Physiologen (d. h. der Pflanzenphysiologen, denn für die übrigen ist höchstens auf einigen Seiten bei Betrachtung von Gift, Miasmen und Contagien [S. 299—346] etwas mitgetheilt) sich eine Stimme erheben, um von ihrem Standpuncte aus dem Buche seinen Werth zu bestimmen. Hierzu aber sind die Physiologen um so mehr berechtigt, als *Liebig* so durchweg und oft fast die Gelegenheit mit den Haaren herbeiziehend mit so übermüthiger Verachtung von den Physiologen spricht, dass man in Versuchung gerathen kann, das ganze Werk nur für ein Pasquill auf diese ganze Classe von Naturforschern anzusehen. Wenn *Liebig* (S. 32) meint, dass selbst den Koryphäen der Physiologie Säuren, Basen, Alkalien u. s. w. bedeutungslose Laute sind, so möchte es uns zustehen, den Beweis zu versuchen, dass die Physiologen bei Weitem mehr von der Chemie verstehen, als *L.* von der Physiologie und ihren Aufgaben weiss, woraus sich dann leicht ergiebt, wer von dem andern am meisten zu lernen hat.

Vielleicht möchte aber Mancher, der den Verfolg dieser Recension liest, fragen, warum so viel Worte machen um einen Gegner, der so durchaus gar nichts Eignes von Bedeutung und so viel Falsches und selbst Absurdes giebt, und deshalb muss ich zuerst daran gehen, die volle Ebenbürtigkeit des Gegners und die Ehrenhaftigkeit des Kampfes sicher zu stellen. *Liebig* ist kein Philosoph; selbst in der Geschichte der Philosophie ist er so unwissend, dass er ohne Weiteres die Schelling'schen

Phantasiespiele deutsche Naturphilosophie nennt; dennoch geht durch sein ganzes Werk ein philosophischer Grundgedanke, dessen er sich zwar nicht in seinem wissenschaftlichen Zusammenhange bewusst ist, sondern den er nur der gesunden Klarheit seines Genies, was ihm gar nicht abzusprechen ist, verdankt. Es ist das die ausschliessliche Möglichkeit einer Naturwissenschaft aus hylologischer Weltansicht. Die Unterordnung der ganzen Natur unter strenge, ausnahmslose mathematische Naturgesetze, die sich alle zuletzt auf die Gesetze der auf den Grundkräften beruhenden Bewegungen der Materie zurückführen lassen müssen, ist das einzige Princip unserer Wissenschaft und gilt eben so ausnahmslos für die organische als die unorganische Natur. Wie man den Ausdruck nehmen will, giebt es überall nur Organisches, d. h. in beständigem Spiel von bewegenden Kräften Begriffenes, oder Unorganisches, d. h. unfrei den mathematischen Naturgesetzen Unterworfenes. Das allein freie Geistige, wie es aus einer durchaus verschiedenen Erkenntnissquelle entspringt, bleibt auch ewig der wissenschaftlichen (theoretischen) Naturerkenntniss ein Fremdes und damit Unvereinbares. Aber nur langsam bildet sich die Menschheit zu einer klaren Einsicht in dieses Verhältniss heran. Von der mythischen Ansicht, die jedem Stein seinen Geist, seinen Gott einhauchte, durch die verfeinerten Entelechien des Aristoteles, der wenigstens ein geistiges Princip der Formenbildung festhalten zu müssen glaubte, bis zu Leibnitz's Monaden irrt das Zusammentreffen der geistigen und körperlichen Weltansicht im selben Subject beständig die Menschen und die geistreichsten Forscher und die, deren gesundem Instinct sich die Selbstständigkeit der Körperwelt aufdrang, werden selbst als Atheisten verketzert. Die allmälig aus den Banden traditioneller, philologischer Schulweisheit sich befreiende Naturwissenschaft, an der Hand der mit Galilei auftretenden Experimentalphysik sich an die Natur statt an Bücher wendend, machte freilich nach und nach ein Glied nach dem andern auch von dem mystischen Priesterrocke einer von Gott als einem einsichtsvollen Maschinenmeister geleiteten Natur frei und durch *Kepler*, *Newton* und *Laplace* gelang es wenigstens den Sternen, sich einer von allen dämonischen Ein-

flüssen freien Autonomie der Bewegungslehre zu unterwerfen. Auch die Physik im engern Sinne und die Chemie machten nach und nach ihre Rechte geltend. Bei den Organismen dagegen liess die Schwierigkeit und Verwicklung des Problems noch immer die alte Verwirrung stehen, besonders wohl, weil wir grade in dem höchst entwickelten Organismus, im Menschen, beständig an einen geheimnissvollen und ewig Geheimniss bleibenden Parallelismus des Geistigen mit dem Körperlichen erinnert werden. Aber auch hier schreitet die erwachte Wissenschaft ihren sichern Gang fort, nur momentan durch *Schelling's* und seiner Schule poetische Phantasien geirrt, und unsere ganze Wissenschaft der Organismen in Physiologie und Medicin drängt sich unaufhaltsam in dem Streben aller ihrer ausgezeichneten Bearbeiter zu dem Ziele hin, die völlige Unabhängigkeit unserer körperlichen Weltansicht von allen geistigen Erklärungsgründen klar auszusprechen, zu beweisen und wissenschaftlich zu begründen. Dieses ist nun grade das Band, was sich unsichtbar um alle ausgezeichneten Forscher unserer Zeit schlingt, dies ist das Ziel, welches allen mehr oder minder dunkel, klar oder deutlich vorschwebt und welches alle Einzelnen bei noch so grossen Abweichungen und Meinungsverschiedenheiten zu einer grossen Schule vereinigt; dies ist es endlich, was der Naturwissenschaft unserer Tage den Charakter aufdrückt, den sie siegreich gegen die schnell vorübergehenden Träumereien jedes philosophischen Mysticismus behaupten wird. Aber es ist auch grade das Gefühl, dass eine Liebig'sche Behandlung der organischen Chemie gleichem Ziele zustrebe, welches derselben im besseren Sinne, als oben bemerkt, Anerkennung gewinnen musste und jeden rechtfertigt, der sich mit *Liebig* in einen Kampf einlässt, und selbst den Pflanzenphysiologen trotz dem, dass sich dabei herausstellen möchte, dass auch nicht eine einzige Frage der Pflanzenphysiologie von *Liebig* gelöst, die meisten gar nicht einmal verstanden sind, dass also das Buch vom Standpuncte des Pflanzenphysiologen ganz werthlos erscheint.

Wenn wir nämlich auf der einen Seite einem Schriftsteller zugeben, dass ihm ein richtiges Ziel vorschwebte, dass der allein belebende Gedanke seiner Arbeit nicht fremd geblieben, so drängen sich doch noch zwei andere Fragen auf, von deren

Beantwortung entschiedener das Urtheil über Werth oder Unwerth seines Werkes abhängt: nämlich die Fragen, wie weit ihm der Grundgedanke klar geworden und von ihm zu wissenschaftlicher Deutlichkeit erhoben, und zweitens, wie er denselben im Einzelnen angewendet und durchgeführt. Beide Fragen zu sondern und getrennt zu beantworten ist nun bei dem vorliegenden Liebig'schen Werke unendlich schwer, fast unmöglich. In Bezug auf die letzte Frage trifft ihn nämlich ein Hauptvorwurf, dass er das ganze Buch so undurchdacht und unverarbeitet hingeschrieben, dass fast jede folgende Seite, und gewisser noch jedes folgende Capitel nicht zum Vorhergehenden passt, ja meist demselben gradezu widerspricht. Der Widersprüche, der Oberflächlichkeiten, der Beweise grosser Unwissenheit neben geistreichen Ansichten, reichen Zusammenstellungen, der Mittheilung fremder Ansichten mit und ohne Citate, feiner historischer Notizen neben, wie es beinahe scheint, absichtlicher Verfälschung der Geschichte sind so viele, dass man nie weiss, ob man *Liebig's* wirkliche Meinung hier oder dort fassen, ob man etwas als blosse Flüchtigkeit entschuldigen, oder als eine gewollte Ansicht in ihrer Grundlosigkeit darstellen soll. Er selbst verdammt den als ungebildet, der den Werth und Nutzen der Kenntniss einer fremden Literatur um so tiefer herabsetzt, je weniger er davon versteht, und wir wollen hinzusetzen, es ist geistige Rohheit, wenn einer sich und sein Geschäft, seinen beschränkten Gesichtskreis als den höchsten und allein wahren hinstellt. Sollen wir aber *Liebig*, der mit der empörendsten Wegwerfung von den Physiologen spricht, der meint, selbst den Koryphäen seyen Worte wie Kohlensäure, Säuren und Basen bedeutungslose Laute, zu Gemüthe führen, dass er von der Pflanzenphysiologie nur *Reum* zu kennen scheint, den nie Jemand einen Pflanzenphysiologen genannt, von der allgemeinen Physiologie nur *Burdach*, dessen Schellingianismus fast von keinem bedeutenden Physiologen noch getheilt wird; sollen wir ihn erinnern, dass *Müller*, *Schwann* und Andere sich als Physiologen durch bedeutende chemische Entdeckungen ausgezeichnet haben; sollen wir ihm endlich vorhalten, dass er Nichts zu kennen scheint als Chemie und zwar seine eigenen Ansichten, und unter an-

dern S. 36 arroganter Weise behauptet, die Kunst zu experimentiren lerne man nur in chemischen Laboratorien; hat *Liebig* wohl einmal das Wort Experimentalphysik gehört und die Namen *Faraday*, *Arago*, *Biot*, *Seebeck* u. s. w. und hundert andere vernommen? Verlangt Herr *Liebig* noch, dass wir ausdrücklich aus dem allen den Schluss ziehen? Mit einem Manne, der offenbar so wenig das durchdacht hat, was er hingeschrieben, ist immer unangenehm streiten, weil man nie weiss, wie viel er zu vertreten gesonnen ist.

Einige Beispiele mögen noch diese allgemeine Betrachtung rechtfertigen. Seite 18 sagt *L.*: „Es ist gewiss, dass durch die Pflanze die Kohlensäure zerlegt wird." S. 60 und 61 findet er es höchst unwahrscheinlich, dass die Kohlensäure zerlegt wird, und weist nach, dass es viel wahrscheinlicher sey, dass Wasser zersetzt werde. Seite 35: „Wenn reine Kartoffelstärke in Salpetersäure gelöst einen Ring des reinsten Wachses zurücklässt, was kann dem Schlusse des Chemikers entgegengesetzt werden, dass jedes Stärkekörnchen aus concentrischen Schichten Wachs und Amylum besteht, von denen die eine und die andere sich gegenseitig sowohl vor dem Angriffe des Wassers als des Aethers schützen?" Fiel denn Herrn *Liebig* nicht das Komische ein, das in diesem „gegenseitig" liegt? Eins müsste doch das Aeusserste seyn, und abwechselnde Anwendung von Wasser und Aether müsste nothwendig das Stärkekorn auflösen, was bekanntlich nicht stattfindet. Soll man *Liebig* die grobe Unwissenheit in seinem eigenen Fache zutrauen, dass ihm unbekannt sey, wie Stärke in kochendem Wasser, verdünnter Schwefelsäure, verdünnten Alkalien sich leicht auflöst und kein Wachs zurücklässt, oder wie Salpetersäure nicht blos auflösend, sondern stets auch zersetzend auf die Stärke einwirkt? S. 8 sagt *L.*: „Die Eigenschaften des Humus und der Humussäure der Chemiker sind von den Pflanzenphysiologen unbegreiflicher Weise übertragen worden auf den Körper in der Dammerde, den man (wer denn? doch nur die Chemiker) mit demselben Namen belegt." Ist es Unwissenheit in der Geschichte seiner eigenen Wissenschaft, oder absichtliche Verfälschung der Geschichte, wenn *Liebig* hier ignorirt, dass die ganze Humustheorie und

ihre Anwendung auf die Ernährung der Pflanzen von *Saussure*, *Sprengel*, *Malaguti*, *Berzelius*, *Mitscherlich*, *Mulder* und Andern, lauter Chemikern, erfunden und ausgebildet und nur durch einige wenige Pflanzenphysiologen, geradezu ohne Veränderung im Wesentlichen, von den Chemikern entlehnt ist? Sollte *Liebig* nicht wissen, dass von jeher viele Pflanzenphysiologen behauptet haben, Humus diene nur insofern zur Ernährung der Pflanze, als er vorher in Kohlensäure verwandelt sey, z. B. *Sennebier*, *Ingenhouss*, *Agardh?* Referent hörte es so von seinem Lehrer *Bartling* vortragen und lernte die ganze Humustheorie erst später aus Büchern, ohne sie je gut heissen zu können. Aber an einem andern Ort weiss *L.* die Sache recht gut und führt selbst *Sennebier, Ingenhouss* u. s. w. an. S. 22 heisst es: „Derselbe Luftstrom, welcher veranlasst durch die Umdrehung der Erde seinen Weg vom Aequator zu den Polen zurückgelegt hat, bringt uns, zu dem Aequator zurückkehrend, den dort (wo?) erzeugten Sauerstoff und führt ihm die Kohlensäure unserer Winter zu.“ Soll man hier physikalische Unwissenheit, oder ein ganz gedankenloses Hinschreiben als Ursache dieses Monstrum von Windtheorie annehmen? Seite 57: „Bei den Milchsaft führenden Gewächsen der heissen Zone umgeben Kautschouk und Wachs wie in den öligen Emulsionen, das Wasser mit einer Art undurchdringlicher Hülle, sie strotzen von Saft. Wie in der Milch die sich bildende Haut der Verdunstung eine Grenze setzt, so in diesen Pflanzen der Milchsaft.“ Dem jugendlichsten Anfänger in der Pflanzenanatomie kann ein solcher Satz nur Lachen entlocken, zu einer Widerlegung eignet er sich kaum. Die ganze Masse der Euphorbien, Asclepiadeen, milchenden Cacteen u. s. w. besteht wie bei allen parenchymatösen Pflanzen aus grossen dünnwandigen Zellen mit wässerigem Safte und sehr wenigen Chlorophyllkügelchen gefüllt, dazwischen hindurch ziehen sich sehr vereinzelt und nur an bestimmten Stellen die dickwandigen, den sehr wasserarmen Milchsaft führenden Gefässe, in gar keiner mechanischen, vielleicht nicht einmal wichtigen organischen Verbindung mit jenen wässerigen Zellensäften, die dem Milchsaft zum Trotz bald verdunstet seyn würden, wenn die Textur der derben Oberhaut sie nicht schützte. Wer aber so wie *L.* gegen



die Pflanzenphysiologen spricht, sollte der nicht wenigstens sich vorher die allerelementarsten Kenntnisse in der Pflanzenphysiologie zu verschaffen suchen? Doch diese Beispiele, zu denen fast jede Seite des Buches Beiträge liefern kann, mögen hier genügen; der Verfolg wird die ausgesprochene Behauptung ohnehin noch mehr rechtfertigen.

Es ist nämlich als unmittelbare Folge von der grossen Flüchtigkeit und dem entschieden hervortretenden Mangel an wissenschaftlicher Verständigung und ernstem Nachdenken anzusehen, dass man alle Liebig'schen Erörterungen selbst da, wo er völlig in der Hauptsache Recht hat, fast ohne grosse Mühe Punct für Punct widerlegen kann. Durch nichts aber zeigt sich wohl die Ueberflüssigkeit eines Schriftstellers schlagender, als dadurch, dass die gegründeten Einwendungen, die man gegen ihn machen kann, nicht zugleich auch als Gründe gegen die von ihm vertheidigte Sache erscheinen, ja er erscheint dadurch sogar als entschieden schädlich wirkend, indem Mancher glauben könnte, wenn er den schwachen Vertheidiger aus dem Felde geschlagen, sey er damit auch mit der guten und starken Sache fertig geworden. Ich mache hier ausdrücklich darauf aufmerksam, damit mir nicht Einer einen Vorwurf daraus mache, dass ich *Liebig* wegen Ansichten angegriffen, die ich anderswo selbst vertheidigt. Ich habe es hier nicht mit der Pflanzenphysiologie zu thun, sondern mit dem Nachweis, dass *Liebig* die Aufgaben dieser Wissenschaft durchaus nicht verstanden und wenigstens in dem gegenwärtigen Buch durchaus keinen wesentlichen Beitrag zu ihrer Lösung gegeben habe. Zu dem Ende will ich die Hauptabschnitte des Werkes, so weit sie die Pflanzenphysiologie berühren, genauer prüfen.

Der erste Abschnitt Seite 6—43 handelt von der Assimilation des Kohlenstoffes. Dass *L.* hier gleich mit einem historischen Falsum anfängt, ist schon erwähnt. Nicht die Pflanzenphysiologie hat zuerst den Humus des Bodens mit dem künstlichen Humus identificirt und als Hauptnahrungsmittel der Pflanzen angesehen, sondern die Chemie, was schon daraus hervorgeht, dass *L.* bei der kurzen Uebersicht der Humustheorie nur Chemiker und keine Physiologen zu citiren weiss. Nun meint *L.* ferner, dass sich der schärfste Beweis führen lasse, dass der Humus in der

Form, wie er im Boden enthalten ist, zur Ernährung der Pflanzen „nicht das Geringste" beiträgt. Dieser Beweis ist nach meiner Ansicht zur Zeit noch nicht zu führen; dass *Liebig* ihn nicht geführt, sondern statt dessen nur ein Factum angeführt hat, welches vielleicht einige Wahrscheinlichkeit für diese Ansicht geben könnte, ist leicht zu zeigen. Die ersten Bemerkungen (S. 9), dass nämlich Winterkälte und Sommerhitze der Humussäure ihre Auflöslichkeit im Wasser rauben, stimmen gerade sehr gut zu den bekannten Erfahrungen, dass Dürre im Sommer und Frost ohne Schnee im Winter die Fruchtbarkeit des Bodens bedeutend beeinträchtigen. Es lässt sich also hieraus eher eine Unterstützung, als eine Widerlegung der Humustheorie gewinnen. Die folgende Bemerkung, dass kaltes Wasser der guten Gartenerde nur die Salze des Regenwassers entziehe und farblos bleibe, ist nach *Berzelius* (VIII, 386) falsch. Aus guter Gartenerde erhalte ich jedesmal ein gelbliches Extract, obwohl nach der verschiedenen Beschaffenheit der Erde sehr verschieden, stets mit einem nicht unbedeutenden Gehalt an brauner organischer Materie. *L.* geht, nachdem er durch diese beiden offenbar nichts beweisenden Bemerkungen mit der Humussäure fertig geworden zu seyn glaubt (S. 10), zu den humussauren Salzen über und stellt einige Berechnungen auf, die beweisen sollen, dass auch durch diese der Pflanze nicht die nöthige Quantität Kohlenstoff zugeführt werden könne. Alle solche Berechnungen, die mit den Worten anfangen: „Nehmen wir einmal an, vernachlässigen wir vorläufig" u. s. w. sind ohnehin selten oder nie von wissenschaftlicher Bedeutung; so ganz ohne alle Berücksichtigung der wesentlichen Momente und auf so ganz willkürlichen Basen aufgeführt, wie bei *Liebig*, sind es aber reine Spielereien. Die erste Rechnung zeigt, dass der Aschengehalt der Pflanzen, wenn die Salze alle als Humate von der Pflanze aufgenommen seyen, nur den dreissigsten Theil des producirten Kohlenstoffes erklären. Hier findet sich erstens die falsche Voraussetzung, dass Kali und Natron gleiche Sättigungscapacität mit Kalk haben. *L.* hätte wissen sollen, dass der Unterschied ganz ungeheuer ist. Zweitens ist das Ammoniak ganz vernachlässigt, welches das humusreichste Salz bildet, nach *L.* selbst von der Pflanze durch die Wurzeln also bei

seiner grossen Verwandtschaft zur Humussäure des Bodens wahrscheinlich als humussaures Salz aufgenommen und von der Pflanze zur Bildung der stickstoffhaltigen Materien zersetzt wird. Endlich hat *L.* die von ihm selbst so eifrig vertheidigte Wurzelausscheidung vernachlässigt, wodurch möglicherweise eine grosse Quantität Basen, nachdem sie ihren Humusgehalt an die Pflanze abgegeben, wieder ausgeschieden sind, die sich also nicht in der Asche vorfinden. Diese Basen können aber sich gleich wieder mit Humussäure sättigen, wieder aufgenommen, zersetzt und ausgeschieden werden und so fort. Es fehlt somit dieser Berechnung an aller Grundlage, um auch nur entfernt die Unwahrscheinlichkeit der Humustheorie daraus darzuthun. Die zweite Berechnung betrachtet die Menge der Humussäure, die der Pflanze durch das Wasser zugeführt werden kann, welches der Boden enthält. *L.* geht hier von der Voraussetzung aus, dass ein Morgen Land (nach *Schübler*) in viermonatlicher Vegetationsperiode 700,000 ℔. Regenwasser empfängt, und dieses alles mit dem löslichsten und an Humussäure reichsten Salze, dem Kalksalze, gesättigt in die Pflanze gelangt, wodurch noch nicht der sechste Theil des producirten Kohlenstoffes erklärt würde. Diese ganze Berechnung ist ebenfalls ganz ohne den geringsten Werth, denn Kalk giebt weder das löslichste, noch das humusreichste Salz, sondern Ammoniak, welches nach *L.* selbst stets in genügender Menge vorhanden ist. Wie nichtssagend diese Berechnungen sind, mag folgende Gegenberechnung zeigen. 1 Morgen = 40,000 □ F. enthält, die Ackerkrume zu 1 Fuss Tiefe genommen, 40,000 K. F. Erde oder das spec. Gewicht der Erde nur zu 2,0 gerechnet 4,000,000 ℔. Der Gehalt an Humus zu 1%, enthalten diese 40,000 ℔. Humus. Diese verdichten nach *Berzelius* aus der Atmosphäre in 24 Stunden 40,000 ℔. Aq., in 120 Vegetationstagen also 4,800,000 ℔. Wasser, dazu kommen 700,000 ℔. gefallener Regen = 5,500,000 ℔. Aq. Damit nimmt die Pflanze 2200 ℔. humussauren Kalk auf = 2016 ℔. Humussäure = 1169 ℔. Kohlenstoff. Gewonnen werden nach *Liebig* an Korn und Stroh 1020 ℔. Kohlenstoff. Es bleiben also noch 149 ℔., um den Kohlenstoffgehalt der Wurzeln und Stoppeln zu decken. Oder: Nach *L.* enthält die Atmosphäre beständig Ammoniak, welches begierig vom Humus ab-

sorbirt wird und so das humusreichste und löslichste Salz bildet. Erfordert nun 1 Theil humussauren Ammoniaks auch 10 Theile Wasser, so führen die 700,000 *U.* Regenwasser der Pflanze doch 70,000 *U.* humussaures Ammoniak zu. Diese enthalten nach *Mulder* 42,000 *U.* Kohlenstoff, oder wenn auch nur der zehnte Theil des Wassers durch die Pflanze geht, doch noch 4200 *U.* Wollte *Liebig* wohl die Güte haben zu sagen, was die Pflanze mit diesem ungeheuren Uebermaass an Kohlenstoff anfangen soll?

Dagegen führt *Liebig* S. 13 einige Berechnungen aus, deren Zusammenstellung allerdings Andeutungen geben könnte, um die Ernährung der Pflanzen durch den Humusgehalt der Erde im höchsten Grade unwahrscheinlich zu machen. Es ist neben der alten Bemerkung, dass bei Wald- und Wiesenbau trotz der jährlichen Ernten der Humusgehalt des Bodens ohne Düngung zunimmt, die Berechnung, dass gleiche Flächen Wald-, Wiese-, Kornland und Runkelfeld jährlich ungefähr gleiche Quantitäten Kohlenstoff produciren, was auf eine constante von der Art der Bewirthschaftung und Düngung völlig unabhängige Quelle des Kohlenstoffs hinweisen würde. Leider sind aber die diesen Berechnungen zum Grunde gelegten Thatsachen, deren Beurtheilung ausser meinem Bereiche liegt, von Herrn Dr. *F. X. Hlubek* in einer sehr gründlichen Schrift: Beleuchtung der organischen Chemie des Herrn Dr. *Justus Liebig* in ihrer Anwendung auf Agricultur und Physiologie, Grätz 1842, als völlig aus der Luft gegriffen dargestellt worden.

Nun geht *Liebig* zu dem Schluss über, die Atmosphäre müsse die Quelle des Kohlenstoffs seyn, da es der Boden nicht seyn könne. Hier scheint mir nun zu rasch verfahren zu seyn. Wir wissen gewiss, dass die im Boden enthaltenen vegetabilischen Stoffe allmälig durch den Sauerstoff der Luft zu Kohlensäure verbrennen. Ohne Frage wird die dadurch gebildete Kohlensäure von der Feuchtigkeit des Bodens absorbirt und von den Wurzeln aufgenommen. Dass dadurch der Boden immerhin ein Bedeutendes zur Ernährung der Pflanzen beiträgt, scheint um so entschiedener, da sich offenbar der Kohlenstoffgehalt des Bodens nicht im Verhältniss zum Blattfall, Windbruch etc. bei den seit Jahrtausenden unberührten Urwäldern

vermehrt zu haben scheint. *L.* flicht dann (S. 15) die sehr überflüssige Bemerkung ein: „Humus entsteht nach aller Ansicht durch Fäulniss und Verwesung, einen Urhumus kann es also nicht geben, denn es waren vor dem Humus Pflanzen vorhanden.“ Ich sage dagegen: „die Kohlensäure der Atmosphäre entsteht nach *Liebig* und aller Ansicht durch Verbrennungs- und Athmungsprocesse, eine Urkohlensäure kann es also nicht geben, denn es waren Pflanzen vor den Thieren und vor der Verbrennung vorhanden.“ Wozu sollen in einem wissenschaftlichen Werke dergleichen Spielereien? Was wissen wir von der Natur des Bildungsprocesses der Erde? Gerade nichts. Kohlensäure ist Kohlenstoff und Sauerstoff; Humus ist Kohlenstoff, Sauerstoff und Wasserstoff. Meint *L.* etwa, dass es der Natur saurer geworden wäre, die letzten drei als die ersten beiden zu vereinigen? Nachdem nun *L.* (S. 17 ff.) die längst bekannten Thatsachen über die beständige Production von Kohlensäure und ihren nichtsdestoweniger constant scheinenden*) Antheil an der Zusammensetzung der Atmosphäre wiederholt, beantwortet er die Frage: wohin kommt die Kohlensäure? kurzweg dahin: sie wird von den Blättern der Pflanzen aus der Luft absorbirt, in ihre Bestandtheile zerlegt und der Sauerstoff nach Fixirung des Kohlenstoffs ausgehaucht. So schnell kann man indess mit dieser Frage wohl nicht fertig werden, schon deshalb nicht, weil die Antwort mehr antwortet als gefragt ist. Die Frage: wo bleibt die Kohlensäure? und die Antwort: in den Pflanzen! hat mit den andern: durch welche Organe nehmen die Pflanzen die Kohlensäure auf? und wird die Kohlensäure zersetzt oder blos gebunden? gar nichts gemein. Dass Kohlensäure die Quelle des Kohlenstoffs in den Pflanzen sey, ist eine alte Geschichte und bis auf den heutigen Tag stets von einem grossen Theile der Pflanzenphysiologen behauptet worden. Dass die Pflanzen durch die Blätter unter Umständen Kohlensäure aufnehmen und Sauerstoff aushauchen, ist ebenfalls seit *Sennebier*, *Priestley* und *Saussure*

---

*) Wie noch kürzlich *A. Dumas* in seiner Statik der organischen Chemie nachwies, sind unsere eudiometrischen Versuche noch viel zu jung, um die völlige Constanz der Zusammensetzung der Atmosphäre darthun zu können.

von jedem Botaniker anerkannt. Dass Kohlensäure gewiss in den Blättern zersetzt werde, ist von *L.* rein aus der Luft gegriffen und wird weiter unten von ihm selbst für höchst unwahrscheinlich erklärt. Dass endlich die Blätter alle die Kohlensäure, auf deren Kosten die Pflanze lebt und wächst, aus der Atmosphäre aufnehmen, „dass die völlig entwickelte Pflanze der Kohlensäure des Bodens nicht bedarf, dass Mangel an Feuchtigkeit, völlige Trockenheit des Bodens die Vollendung ihrer Entwicklung nicht mehr hemmen“ (S. 46), ist wiederum von *L.* rein aus der Luft gegriffen und offenbar ohne Nachdenken hingeschrieben, da die allergemeinste Erfahrung, dass jede Pflanze bei völliger Austrocknung des Bodens unrettbar abstirbt, diese Ansicht widerlegt. Bei der ganzen angeblichen Theorie hat ihm offenbar das ganz vereinzelte Beispiel, welches er im Anhange S. 181 mittheilt, vorgeschwebt. Ich wage nicht die Glaubwürdigkeit des Herrn *W. Magnab* anzutasten, trotz vieler erheblicher Bedenklichkeiten, die sich mir aufdrängen, aber bemerken muss ich doch, dass *Ficus australis* eine Pflanze mit Luftwurzeln ist, und dass es mehr als wahrscheinlich erscheint, dass diesen die Eigenschaft zukomme, die Feuchtigkeiten der Atmosphäre zu condensiren. Aber die völlige Richtigkeit dieser Thatsache zugegeben, so ist nichts dadurch bewiesen als, dass *Ficus australis* eine eigenthümliche Ausnahme macht, denn jeden Tag kann man den Versuch machen, dass eine Topfpflanze abstirbt, wenn man sie nicht begiesst, dass sie im freien Lande sich lange ohne Regen hält, weil der Boden beständig die Wasserdünste der Atmosphäre besonders des Nachts in sich aufnimmt, dass allzu lange Dürre, die namentlich die Hygroscopicität des Humus verringert (*Mitscherlich*), auch den Pflanzen im freien Felde schädlich wird, wie jeder Bauer, jeder Gärtnerjunge weiss, nur Herr *Liebig* wie es scheint nicht. Ueber die Aufnahme der Kohlensäure durch die Blätter beruft sich *L.* allein auf die alten längst bekannten Versuche von *Saussure*; dass sie in der Nacht Kohlensäure aushauchen, muss er zwar nach denselben Versuchen zugeben, behauptet aber ganz ohne Beweis, diese Kohlensäure stamme aus einer andern Quelle und wiege die aufgenommene nicht auf. So lange *de Saussure's*, *Linck's* und *Grischow's* Versuche, dass Pflanzen, die

längere Zeit in einer eingeschlossenen Luft vegetirt, diese weder quantitativ noch qualitativ verändern, von Herrn *Liebig* nicht widerlegt sind, erlaube ich mir diese gründlichen und genauen Experimente den Liebig'schen Redensarten wenigstens so weit entgegenzusetzen, dass die Behauptung gerechtfertigt erscheint, dass hier noch eine grosse Lücke in unsern Kenntnissen sey, die Herr *Liebig* so wenig auszufüllen vermag, als die Pflanzenphysiologen. Um hier zu helfen, hat *Meyen* die Verbesserung der Luft durch die Function der Blätter fast als erster und einziger Pflanzenphysiologe geleugnet und eine allerdings schlecht begründete Theorie aufgestellt. Wenn aber *Liebig* (S. 24) sagt, dass in den Schriften Aller Pflanzenphysiologen und Botaniker die Assimilation des Kohlenstoffs aus der Atmosphäre in Zweifel gezogen, dass von den Meisten die Verbesserung der Luft durch die Pflanzen geleugnet wird, so ist dies abermals eine so grosse Unwissenheit oder eine so grobe Verfälschung der Jedem vorliegenden Thatsachen, dass es nicht der Mühe lohnt ein Wort darauf zu erwiedern. Nachdem *L.* nun S. 26 ff. eine Menge bekannter einzelner Fälle mitgetheilt, in welchen es gewiss zu seyn scheint, dass die bei Nacht ausgehauchte Kohlensäure schon als solche von der Pflanze aufgenommen war, dass der absorbirte Sauerstoff nicht zur Verbrennung des Kohlenstoffs gedient hat, kommt er (S. 30) auf einen seiner Meinung nach entscheidenden Beweis, dass die Pflanzen mehr Sauerstoff an die Luft abgeben, als sie derselben entziehen. Er führt nämlich das bekannte Factum der Luftblasen unter dem Eise an, die aus reinem Sauerstoffgas bestehen und von den Pflanzen abgesondert werden sollen. Dass es reiner Sauerstoff sey, müssen wir *L.* glauben, dass er sich beständig vermehrt und nicht vermindert, wird ebenfalls versichert. Ist das aber etwa *L.'s* Kunst zu experimentiren, die man nur in chemischen Laboratorien lernt, so freue ich mich, das Experimentiren wo anders gelernt zu haben. Wie kann *L.* nur mit einiger brauchbaren Genauigkeit an Gruben und Teichen so feine Fragen entscheiden wollen? Weiss *L.* nicht, dass Eis Gasarten absorbirt, dass gewiss das Eis das Wasser niemals hermetisch von der Atmosphäre abschliesst, dass im Wasser beständig Absorption und Austausch von Gasen vor sich geht, dass Kohlensäure leichter vom Wasser

absorbirt wird als Sauerstoff, dass Kälte die absorbirten Gase aus dem Wasser abscheidet, dass die Abscheidung solcher Gase vorzugsweise an Spitzen und Kanten, also an Blättern und kleinen Zweigen stattfindet, dass — doch ich meine es sey genug, um zu zeigen, dass nur die Oberflächlichkeit sich die Beantwortung der berührten Fragen so leicht vorstellt, um in dünkelhafter Arroganz jeden Botaniker, der andere Reihen der zahllosen Thatsachen voranstellend andere Ansichten hat, als Ignoranten zu bezeichnen. Ich bin wahrlich nicht parteiisch für *Meyen*, bin in dem fraglichen Puncte entschieden anderer Meinung als er, aber behaupte doch dreist, dass *Meyen* bei Aufstellung seiner Theorie zehnmal mehr Scharfsinn und gründliches Wissen namentlich auch unter *Mitscherlich's* Mitwirkung im Chemischen gezeigt hat als *Liebig* in dem Capitel über die Assimilation des Kohlenstoffs, in welchem, der inneren Widersprüche, der historischen, physikalischen und physiologischen Verkehrheiten nicht zu gedenken, er sogar in seinem eignen Fache, in der Chemie, seine ganz unhaltbare Stärkemehltheorie vorbringt. Das zu ziehende Resultat wäre also folgendes: wir finden in diesem Capitel alte längst bekannte Thatsachen, die stets von allen Physiologen (von vielen auch selbst richtig) benutzt worden sind. Das einzige Neue von *Liebig* ist die Ansicht, dass die Pflanze die Kohlensäure der Luft vermittelst der Blätter assimilire, ein Satz, der offenbar bis jetzt wenigstens völlig unhaltbar ist. Dass die Kohlensäure der Pflanze im Wasser aufgelöst durch die Wurzeln zugeführt wird, dafür theile ich zwei Berechnungen mit, die auf verschiedene Grundlagen aufgeführt auf so merkwürdige Weise unter sich und mit andern Thatsachen übereinstimmen, dass man geneigt seyn könnte, einigen Werth auf sie zu legen.

I. Nach *St. Hales* verdunstet eine kleine Sonnenblume von 3½ F. Höhe täglich 1 ℔. 8 Loth, in 120 Vegetationstagen also 150 ℔. = 3 KF. Diese enthalten gesättigt 3 KF. $CO^2$. Jeder Pflanze gebe ich 2 □ F. Bodenraum, also kommen auf den von *Liebig* zu Grunde gelegten Morgen 20,000 Pflanzen. 3 KF. $CO^2$ wiegen circa 10 Loth, also nehmen alle Pflanzen mit dem Wasser 6250 ℔. $CO^2$ auf, diese entsprechen aber 1600 ℔. C. *L.* berechnet die Production an Kohlenstoff über der Erde für den Morgen zu 1029 ℔. Es bleiben also 630 ℔. für den Zuwachs

an Wurzeln und Stoppeln sowie für die während der Vegetationsperiode abgestorbenen Blätter.

II. Der angenommene Morgen, die Tiefe der Ackerkrume zu 1 Fuss gesetzt, enthält 40,000 KF. oder das specifische Gewicht im Mittel zu 2,0 genommen 400,000 ℔. Erde, und den Humusgehalt zu 0,01 angenommen 40,000 ℔. Humus. Diese absorbiren in 24 Stunden aus der Atmosphäre 40,000 ℔. Wasser, in 120 Vegetationstagen also 4,800,000 ℔. Wasser. Dazu die mittlere Regenmenge von 600,000 ℔. = 5,400,000 ℔. Aq. Giebt man den von *Hales* zum Versuche benutzten Sonnenblumen, deren Blätter nur auf der untern Seite mit Spaltöffnungen versehen nur mit einfacher Fläche ausdunsten, 38 □ F. Oberfläche, wovon 2 □ F. auf die allein ausdunstenden Spaltöffnungen kommen sollen, so ist die verdunstende Fläche der Pflanze der des Erdbodens gleich; die Verdunstung auch gleich gesetzt, kommen auf die Pflanzen 2,700,000 ℔. oder 54,000 KF. Wasser. Mit diesen werden ebenso viel KF. oder 5625 ℔. $CO^2$ aufgenommen, welche circa 1500 ℔. Kohlenstoff entsprechen.

Beide Rechnungen, so roh die Grundlagen der Natur der Sache nach auch nur seyn können, geben doch ein nicht weit abweichendes Resultat und beweisen wenigstens so viel, dass die mit dem Wasser von den Wurzeln aufgenommene Kohlensäure völlig ausreichen könnte, um den Kohlenstoffgehalt der Pflanzen zu erklären. Vergleicht man endlich die Fähigkeit des Humus, Kohlensäure zu absorbiren, so wird auch die Annahme beinahe gerechtfertigt erscheinen, dass das Wasser von den Wurzeln völlig mit $CO^2$ gesättigt aufgenommen werde.

Nachdem ich nun gezeigt, dass *Liebig* die physiologischen Aufgaben, so weit sie in diesem Capitel berührt wurden, gar nicht gefasst, ausser der falschen Bemerkung, dass gleiche Bodenflächen gleiche Quantitäten Kohlenstoff produciren sollen, kein neues Factum vorgebracht hat, dass er nicht weiss oder nicht wissen will, dass alle hier berührten falschen Theorien von den Chemikern erfunden, von den Physiologen nur adoptirt sind, dass es stets Physiologen gegeben, die der richtigen Ansicht gehuldigt, dass das einzig Neue was er giebt zur Zeit noch entschieden falsch erscheint, so darf man wohl einer gerechten Entrüstung sich hingeben, wenn *L.* zum Schluss des

Capitels sich in eine schmähliche Diatribe gegen die Pflanzenphysiologen ergiesst, von denen er sich in Folge völliger Unkenntniss ein beliebiges Phantasiebild entwirft, um es dann nach Gefallen herunterzureissen. Höchst ungeschickt ist dabei, dass er in einem *Alex. v. Humboldt* gewidmeten Buche alle chemischen Elementarkenntnisse selbst „den Koryphäen" der Wissenschaft abspricht, zu denen wir doch mit Stolz wegen seines *Specimen florae Fribergensis* auch *Humboldt* rechnen. Zweierlei ist es, was *Liebig* den Physiologen vorwirft. Einmal die Unwissenheit in Chemie und Physik. Um mich *Liebig's* eigner Worte zu bedienen, meine ich, er verfährt wie ein Ungebildeter, der den Werth einer fremden Literatur um so tiefer herabsetzt, je weniger er davon versteht. Wer die Schriften *Dutrochet's, Mohl's, Unger's, Göppert's* u. A. gelesen, wird ihnen zugestehen müssen, dass sie von Chemie reichlich so viel wissen, als man von Jemand, der nicht Chemiker von Profession ist, verlangen kann, und dass wenigstens keine solche Thorheiten darin vorkommen, wie die abwechselnden Schichten Stärkemehl und Wachs, die sich gegenseitig gegen Wasser und Aether schützen; die Physik aber anbelangend, so möchten die Genannten leichtlich besser beschlagen seyn, als Herr *Liebig*; man vergleiche nur seine Windtheorie. *L.* meint, dass sich alle Talente in der Pflanzenphysiologie im Studium des Baues und der Structur zersplittert hätten, statt Chemie und Physik um Rath zu fragen. Die physikalisch so ungebildeten Physiologen haben nun allerdings die einfältige Ansicht, dass man von einer Maschine erst genau alle Theile, Räder, Hebel u. dergl. kennen müsse, ehe man eine vernünftige Untersuchung ihrer Wirkungsweise auch nur einleiten könne, ja sie glauben sogar, dass, wenn *L.* nur eine Ahnung von Anatomie und Physiologie der Pflanzen hätte, er nicht so darüber reden würde wie bei dem Milchsaft, oder S. 56, wo es heisst: „Den Pflanzenphysiologen ist ein Blatt stets ein Blatt, ein Blatt, was Terpenthinöl erzeugt, muss eine andre Beschaffenheit besitzen, als das, was Oxalsäure bildet." Ein Blatt ist allerdings immer ein Blatt, nämlich ein gewisses Product der Formenbildung. Die Physiologen wissen aber eben durch ihre Anatomie, dass weder Blatt noch Stengel als solche

2*

Oel oder etwas Anderes bilden, sondern dass nur einzelne Zellen diese Stoffe bilden und enthalten; ob diese nun im Blatt liegen oder im Stengel, ist sehr gleichgültig. Es kommt eben bei den Processen allein auf die Erforschung des allerkleinsten anatomischen Theils der Zelle an, denn der Lebensprocess zweier im selben Blatte neben einander liegender Zellen zeigt oft grössere Verschiedenheiten, als die entferntesten Pflanzen in ihrem ganzen Daseyn. Wenn *Liebig* nur eine Idee von einem Mikroskop und dessen Wirkungsweise hätte, würde er sich nicht durch seine in den Augen jedes Eingeweihten ungeschickten Einwendungen gegen die Existenz der Gährungspilze lächerlich gemacht haben. Dass sich zu Zeiten das Mikroskop besser bewährt als die Chemie, beweist seine Ansicht von der Zusammensetzung des Stärkemehls, und *L.'s* Beispiel (S. 36) vom Kleber im Brod ist völlig nichtssagend, und beweist, wie wenig *L.* sich aufs Mikroskop versteht. Noch ist es Niemand eingefallen, mit Mikroskop oder blossen Augen, denn das ist hierbei einerlei, etwas unterscheiden zu wollen, was optisch gleiche Eigenschaften besitzt; wenn aber, wie sehr wahrscheinlich, Kleber und Dextrin ein verschiedenes Brechungvermögen haben und im Brod wirklich mechanisch gemengt neben einander liegen, so kann Herr *L.* sich darauf verlassen, dass die Vertheilung des Klebers im Brod so gut mit dem Mikroskop zu erkennen ist, als durch chemische Mittel. Der zweite Vorwurf, den *L.* den Physiologen macht, ist der, dass sie nicht verständen Experimente zu machen. Experimente wie *L.*, bei denen ein Fischteich die pneumatische Wanne und eine Schlittschuhbahn die graduirte Röhre vorstellt, machen die Physiologen freilich nicht, da sie bestimmt wissen, was sie wollen, nicht blos über die Möglichkeit chemischer und physikalischer Erklärungen räsonniren, sondern erfahren, wie im gegebenen Falle die Natur wirklich zu Werke geht. Aber dahin sind wir noch lange nicht gekommen und zwar aus dem Hauptgrunde, weil uns die Chemie hier im Stich lässt und nichts anbietet, als die endlose Menge für die Theorie der lebenden Pflanze ganz unbrauchbarer ... *ine* und ... *ide* und eine Menge ebenso unfruchtbarer ohne leitende Maximen und daher ohne alle Gewährleistung aufgestellter Hypothesen über die Zusammen-

setzung der organischen Stoffe. Kann denn Herr *L.* mir nur angeben, wie ein Atom Stärkemehl nicht aus Combinationen seiner Elemente zusammengesetzt gedacht werden kann nach der Privatmeinung dieses oder jedes Chemikers, sondern nach stichhaltigen wissenschaftlichen Gründen wirklich zusammengesetzt seyn muss? Kann Herr *L.* mir für die Umänderungen von Stärke in Gummi und Zucker u. s. w. eine erklärende Theorie geben, die nur etwas mehr als leere Worte, wie „Katalyse, Contact, ein in Thätigkeit begriffener Körper u. s. w.“ giebt? Ehe wir aber in diesen beiden Fällen als der einfachsten Grundlage keinen Aufschluss haben, ist an einen Zoochemismus der Pflanzenzelle gar nicht zu denken. Aus dem Leben der einzelnen Zellen mag dann vielleicht später das Leben der ganzen Pflanze oder ihrer Organe resultiren. Dass Pflanzenphysiologen viele unpassende Experimente gemacht, wer will das leugnen? aber völlig ungehörig ist es, daraus einen Vorwurf herzuleiten, doppelt unpassend, wenn es in der arroganten Weise wie hier von einem Chemiker geschieht. Sollen wir Herrn *Liebig* alle die Thorheiten, die in den letzten dreissig Jahren auch bei den Chemikern mit untergelaufen sind, vorrücken? Den unsinnigsten Satz, dass die Pflanze aus Wasser und Luft die Erdmetalle bilden könne, verdanken wir den schlechten Experimenten der Chemiker, und mag Herr *L.* nur die Literatur des Stärkemehls, seine eigne neue Ansicht eingerechnet, durchlesen, um einzusehen, wie die Chemie am wenigsten Recht hat, der Physiologie einzelne Missgriffe einzelner Männer vorzuwerfen. Aber *L.* würde wahrscheinlich zu der Antwort bereit seyn: „was gehen mich die Andern an, unter Chemie verstehe ich nur mich, Herrn *Justus Liebig* in Giessen, den einzigen deutschen Chemiker und Director des einzigen deutschen Laboratoriums,“ wie *L.* früher schon ziemlich unumwunden erklärt hat. So oberflächlich wie alles Uebrige ist nun auch was *Liebig* S. 37 über den Werth der Gegenversuche zur Widerlegung früherer Versuche sagt. Jede Seite in der Geschichte der Chemie zeigt uns, dass die einzige Möglichkeit des Fortschrittes darin liegt, dass durch neue genauere Versuche die älteren ungenaueren geprüft, berichtigt oder widerlegt werden. Dabei ist häufig das Ergebniss ein blos negatives

und hat doch völlige Bündigkeit zur Verwerfung der ältern Versuche, wenn nämlich dabei sich ein auf das Resultat wesentlich influirendes Element gezeigt hat, welches bei den frühern Versuchen unberücksichtigt geblieben war. Dass schlechte Experimentatoren schlecht experimentiren und desshalb um so weniger die Resultate früherer genauerer Versuche gewinnen, ist eine so triviale Bemerkung, dass sie geradezu nichts sagt. Bei jedem Experimente kommt es auf die Genauigkeit und Umsicht an, womit es angestellt wird, nicht auf den Zweck, und eine Prüfung der Versuche eines Andern hat grade so viel Werth, als jede andere wissenschaftliche Untersuchung. Es ist nicht eine Prüfung der Ansichten eines Andern, wofür er Beweise gegeben, wie *L.* sich gradezu falsch ausdrückt, sondern eine Prüfung eben dieser angeblichen Beweise selbst; zeigen sich diese aber als mangelhaft und erschlichen, so fällt damit die darauf gebaute Ansicht von selbst weg, ohne Rücksicht darauf, ob eine neue an ihre Stelle tritt oder nicht. Doch es lohnt wahrlich nicht der Mühe, Herrn *Liebig's* so wenig durchdachte Rede Zeile für Zeile durchzugehen, und ich gehe lieber zu den folgenden Capiteln über, bei denen ich mich aber kürzer fassen werde, da schon genügend in dem Mitgetheilten die Beweise gegeben sind für die noch nöthigen Bemerkungen, denn das Buch ist durchweg in demselben Tone geschrieben.

Im folgenden Capitel „Ursprung und Verhalten des Humus" (S. 43) wird kurz die bekannte Bildungsweise des Humus aus der Holzfaser ohne grosse Gründlichkeit mitgetheilt (man vergl. z. B. *Mulder* im *Bull. d. sc. phys. et nat. en Neerlande* 1840 pag. 1 ff.). Dann folgt ein kurzer Roman über die Entwicklung der Pflanze, wie *L.* sie sich denkt, dabei kommt das als besondere Weisheit gesperrt gedruckte Gesetz vor: „Die Masse einer Pflanze steht im Verhältniss zu der Oberfläche der Organe, nämlich der Blätter, welche bestimmt sind, Nahrung zuzuführen." Wie traurig steht es da um die so massigen blattlosen Cacteen, die riesigen wenigblättrigen Cecropien und Palmen! Dabei vergisst denn auch *Liebig* plötzlich seine ganze Theorie und sagt: „Die kleine Teltower Rübe wird in dem Boden, wo ihr frei steht, so viel Nahrung aufzunehmen als sie kann, zu einem

mehrere Pfunde schweren Dickwanst." Wo bleibt denn *Liebig's* Kohlensäure und Ammoniak, die ja überall genügend vorhanden sind, die ja beide nicht aus dem Boden stammen? Die Teltower Rübe wächst bei Berlin im leichtesten Sandboden, auf den Elbinseln in einem sehr thonigen und humusreichen Marschboden, an beiden Orten bleibt sie gleich klein bei sehr verschiedenen Culturverhältnissen und Bodenarten. Merken Sie nicht, Herr *Liebig*, an dieser kleinen Rübe, dass hier noch Verhältnisse zum Grunde liegen, die Sie mit Ihrer Weisheit nicht erreichen? Ich übergehe diese Darstellung des Lebens der Pflanze, da *Liebig* hier von Dingen spricht, deren auch nur mässige Kenntniss ihm abgeht; nur S. 49 will ich wieder einen Satz herausheben: „Die Ernährung des thierischen wie des vegetabilischen Organismus ist ohne Ausscheidung von Excrementen nicht denkbar." Abermals eine grosse Desorientirung. Denkbar sind noch ganz andere Dinge als das. Die Ausscheidung von Excrementen hat mit dem Begriff des Organismus, des Lebens, der Ernährung gar nichts zu thun. Es ist reiner Erfahrungssatz, ob neben der Aufnahme neuer Stoffe auch eine Abscheidung veralteter stattfindet; da es gar nicht undenkbar ist, dass einer Pflanze, z. B. einem Schmarozer, nur assimilirbare Nahrungsmittel geboten werden, so ist es sehr denkbar, dass bei Pflanzen Ernährung ohne Excremente stattfinden kann, zumal wenn man die Ausscheidung von Gasen und Wasserdunst nicht zu den Excrementen rechnen will. Aber in jeder Frage, die nicht rein chemisch ist, bleibt *Liebig* an der Oberfläche haften. Das ganze Folgende enthält nun weiter nichts als einige angebotene Analogien, mit denen die Physiologie nichts anfangen kann, so S. 53 die Auflösung von Eiweiss in gesäuertem Kalbsmageninfusum (nicht blos Decoct, wie *L.* sagt), die Verwandlung des Amylum in Zucker durch abgekochtes Malz (nicht wie *L.* sagt Gerste). Aber wer setzt denn im keimenden Reiskorn das Malzdecoct zu? Sieht denn Herr *L.* nicht, dass hier immerhin zwar ähnliche aber doch andere Bedingungen sind als im Leben, und dass es dem Physiologen nicht auf Möglichkeit und Denkbarkeit, sondern auf Wirklichkeit ankommt? Hier wie schon früher, wirft *L.* immer mit verächtlichen Bemerkungen über die Lebenskraft der Physiologen um sich. Er

weiss aber gar nicht, was Lebenskraft in der Physiologie heisst, sonst würde er anders reden müssen. Man versteht darunter den Grund, die Ursache aller (wohlgemerkt aller) Processe im lebenden Organismus. *L.* thut nun immer so, als wenn Lebenskraft blos bei den wenigen chemischen Actionen in Frage stände, die grade im Organismus die unbedeutendsten sind. Die Formenbildung ist auch Aeusserung der Lebenskraft und zwar die wichtigste, und sie hat offenbar mit dem Chemismus nichts zu thun. Aber selbst da, wo es sich um offenbar chemische Verhältnisse handelt, „gestehen wir es doch“ (mit Goethe) „frei, es bleibt was Anonymes dabei,“ was sich nur bei oberflächlicher Auffassung hinter Worten versteckt. *L.* spricht selbst davon, dass Pflanzen das nicht Assimilirbare ausscheiden. Warum denn grade das, warum nicht auch Assimilirtes, wodurch unterscheidet die Pflanze beides? warum nicht Flüssiges durch die Blätter, Luftförmiges durch die Wurzel? Ja es ist einmal ihre Natur so und die eben nennen wir vorläufig Lebenskraft. Aber auch bei den organischen Metamorphosen, den chemischen Processen der Assimilation täuscht sich nur Oberflächlichkeit, wenn sie schon erklärt zu haben glaubt dadurch, dass man dieselben oder ähnliche Processe in den chemischen Tiegeln nachmachen kann. Zugegeben, die Verwandlung der Stärke in Zucker geschähe in der keimenden Pflanze grade wie im Maischbottich; wissen Sie denn, Herr *Liebig*, nur im allerentferntesten die Gährung zu entwickeln, können Sie die umwandelnde Kraft der Hefe, der Schwefelsäure erklären? Nennen Sie sie getrost Lebenskraft, specifisch, dynamisch, mit den von Ihnen so verachteten Worten, wir Physiologen bezeichnen damit vorläufig das, was wir noch nicht erklären können, wollen damit aber weder uns noch Andern weiss machen, wie die Herren Chemiker mit ihrer Katalyse, Contactwirkung, oder einem in Action begriffenen Körper, als ob mit solchen leeren Worten im geringsten etwas erklärt sey. Doch genug. Ueber den eigentlichen Gegenstand des Capitels kommt nur die schon Jahrhunderte alte Bemerkung vor, Humus sey nur durch Bildung von Kohlensäure ernährend für die Pflanzen. Dann folgt abermals ein Beispiel, wie wenig *L.*, was er geschrieben, durchdacht hat. Er fährt nämlich S. 58 fort: „Die Holzkohle kann

die Dammerde vollständig vertreten, denn sie bildet niemals Kohlensäure. In Gedanken hatte *L.* freilich, dass Humus auch die Kohlensäure der Luft verdichtet und so den Pflanzen zuführt und in dieser, aber von *L.* gänzlich übergegangenen wichtigen Eigenschaft stimmen Humus und Holzkohle überein, wie wir indess nicht durch *L.*, sondern durch *Lucas*, *Berzelius* und *Mitscherlich* wissen.

Im folgenden Capitel „von der Assimilation des Wasserstoffs" (S. 59) findet *L.* die Wasserzersetzung weit wahrscheinlicher, als die oben S. 18 für gewiss erklärte Kohlensäurezersetzung. Neues findet sich hier gar nicht; bemerkenswerth ist nur, dass *L.* hier selbst (S. 63) gesteht: „Wir wissen nicht, in welcher Form die Bildung der Bestandtheile organischer Wesen vor sich geht." Damit hat es aber der Physiologe allein zu thun und ihm nützt „das blosse Bild zur Versinnlichung des Vorganges" gar nichts, aber er fragt mit Recht, wozu denn bei einem so offenen *Testimonium paupertatis* die Schmähreden gegen die eigensinnigen und unwissenden Pflanzenphysiologen, die sich nicht von dem Reichthum der Chemie nähren wollen?

Das dann folgende Capitel (S. 64) handelt von der Assimilation des Stickstoffs, worin wesentlich nur die neuern Untersuchungen von *Boussingault* mitgetheilt werden. Dies ist der einzige Punct, wovon die Physiologie öffentlich noch keinen Gebrauch gemacht hat, denn vor *Boussingault's* Untersuchungen waren Physiologen und Chemiker, Herr *Liebig* eingeschlossen, gleich unwissend über die eigentliche Quelle des Stickstoffs in den Pflanzen, und seit *Boussingault* ist noch keine Pflanzenphysiologie erschienen. *Liebig* erklärt dann die Wirkungsart der Gypsdüngung so wie anderer Bodenbestandtheile durch die Fixirung des Ammoniaks, was nur den Landwirth, nicht speciell den Physiologen interessirt.

Es folgt ein Capitel von den anorganischen Bestandtheilen der Vegetation (S. 85). Es werden eine Menge bekannter Thatsachen über das Vorkommen der Salze mitgetheilt und eine allerdings geistreiche Andeutung gemacht, deren Verfolgen von grossem Interesse seyn wird. Aus Analysen zweier Fichtenaschen von *Saussure* und zweier Tannenaschen von *Berthier* leitete *Liebig* ab, dass jede Pflanzenspecies in der Natur eine

Menge von Salzbasen mit unveränderlichem Sauerstoffgehalt aus dem Boden aufnehme, um eine ebenfalls constante durch den Vegetationsprocess erzeugte Menge Pflanzensäure zu sättigen. Diese Idee frappirt und verdient gewiss eine Bestätigung durch recht umfassende, genaue Analysen. Leider folgt aber sogleich S. 91 der Satz, dass der kleesaure Kalk in den Flechten den fehlenden Holzkörper, die Holzfaser, vertritt. Ueber dergleichen Dinge ist kaum mit einiger Schonung zu reden. Der Holzkörper sind langgestreckte Zellen, der oxalsaure Kalk kommt in den Flechten, wie in andern Pflanzen (z. B. in manchen Cacteen zu 85%, soviel wie keine einzige Flechte enthält) in den Zellen und zwar meist in rundlichen Zellen als Secret vor. Das weiss jeder Apothekerjunge, der zum erstenmal Botanik gehört hat. Danach mag Jeder selbst versuchen, in *L.'s* Satz einen Sinn zu finden.

Zwar hatte *L.* Seite 74 behauptet, er werde leicht beweisen, dass der animalische Dünger nur durch Ammoniakbildung wirke, aber S. 98 hat er schon wieder vergessen, was er geschrieben, und leitet die vortheilhaften Wirkungen des Kuhdüngers am Rhein nur vom Kaligehalt ab. Dass von einem Buche, was offenbar so undurchdacht aus momentanen Einfällen aneinandergereiht ist, durchaus kein bedeutsamer wissenschaftlicher Gewinn zu erwarten ist, ergiebt sich von selbst.

Das folgende Capitel „Cultur" überschrieben (S. 106) sollte eigentlich den Physiologen wenig interessiren, da es aber eben so wenig überlegt ist, als alle übrigen, so sind wenigstens die Hälfte der abgerissenen Notizen mehr physiologischen Inhalts. Zuerst kommt *L.* wieder auf den Humus zurück und findet in ihm eine unerschöpfliche Quelle von Kohlensäure, die von der Pflanze aufgenommen wird. Dadurch wird also beständig der Humusgehalt des Bodens vermindert. *L.* hat vergessen, dass er früher das Gegentheil behauptet. Dann folgt wieder eine grundfalsche Angabe, indem er sagt (S. 109), auf Boden, der ein gelbes Extract gäbe, gedeihe keine Pflanze, auf unfruchtbarem Torfboden, auf sumpfigen Wiesen gedeihen nur wenige Vegetabilien. Man sollte glauben, *L.* hätte nie ein Torfmoor, nie eine sumpfige Wiese mit ihrem dichten vegetabilischen Ueberzuge gesehen, hätte nie gehört, wie beständig

und schnell der Torf durch die beständig absterbende und ebenso schnell sich erneuernde Vegetation reproducirt wird, worauf ja eben die andauernde Benutzung der Torflager beruht. Die Sache ist die: unfruchtbar nennt der Landmann den Boden, worauf seine Culturpflanzen nicht gedeihen, er mag übrigens produciren, was er will. Auf dem genannten Boden wachsen eben so viel Pflanzen als anderswo, nur andere Arten. Ja viele Arten sind entschieden an grossen Humusreichthum gebunden, z. B. viele Moosarten und eine Menge Rietgräser scheinen selbst ohne eine Menge freier Humussäure nicht gedeihen zu können. Nachdem *L.* vorher alle Bedingungen zum Wachsthum der Pflanzen festgestellt, kommt hier (S. 109) plötzlich eine ganz neue zum Vorschein, nämlich das Vorhandenseyn von freiem Sauerstoff im Boden, ohne dass auch nur angedeutet würde, wozu er dienen soll, ob und wie er von der Pflanze aufgenommen wird und was dieselbe mit ihm anfängt. Es folgen dann eine Menge längst bekannter Notizen, dazwischen wieder eine ganz unrichtige Bemerkung. Schon früher (S. 23) hat *Liebig* den Satz aufgestellt: Keine Materie kann als Nahrung, als Bedingung der Entwicklung der Pflanze angesehen werden, deren Zusammensetzung ihrer eigenen gleich oder ähnlich ist, deren Assimilation also erfolgen könnte ohne Kohlensäurezersetzung in den Blättern. Der Satz ist von *L.* rein aus der Luft gegriffen. Bei den Parasiten ist er entschieden falsch. Eben so aus der Luft gegriffen ist es, wenn *L.* S. 115 sagt: „Die Blätter sind vorhanden, um Stärke, Holzfaser und Zucker zu erzeugen; führen wir Stärke, Holzfaser und Zucker durch die Wurzeln zu, so wird offenbar die Lebensfunction der Blätter gestört u. s. w.“ Holzfaser ist der unlöslichste Stoff, den wir kennen; wie der aus den Blättern zum Stamm gelangen sollte, um dort die Jahresringe zu bilden, ist völlig unbegreiflich. Stärke kommt in der Pflanze stets nur in Körnern vor, könnte also ebenfalls nicht aus den Blättern nach Stamm und Rinde geführt werden. Endlich ist es durch *Saussure's* und *Davy's* Versuche völlig erwiesen, dass Pflanzen in aufgelöstem Gummi und Zucker fröhlich gedeihen, wenn nur die Auflösung nicht so concentrirt ist, dass dadurch die Endosmose und somit die Ernährung unmöglich wird. Aber *L.* hat ein grosses Talent

Alles, was nicht in seine Theorie passt, zu ignoriren, statt einzugestehen, dass er gar vieles nicht weiss, sagt er lieber, was ich nicht erklären kann, existirt auch nicht. So heisst es im folgenden Satz (S. 116): „Ein Waizenkorn enthält in seiner eignen Masse die Bestandtheile des Keims und der ersten Wurzelfasern (nämlich Stärke und Kleber), und wir müssen voraussetzen, genau in dem Verhältniss als zu ihrer Entwicklung nöthig ist. Beide werden zur Bildung der Wurzelfasern und ersten Blätter völlig aufgezehrt, ein Ueberschuss von dem einen würde ohne die Gegenwart einer entsprechenden Menge von dem andern zur Blattbildung überhaupt nicht verwendet werden können.“ So geistreich das klingt, so ganz ins Gelag hinein geschrieben ist es doch, und widerlegt sich durch die bekanntesten Thatsachen. Im Waizen variirt der Klebergehalt von 7,0—35,0 und der Stärkegehalt von 70,0—40,0. Kann wohl 7:70 und 35:40 beides ein genau entsprechendes Verhältniss seyn? Alle diese Saamen sind aber gleich gesunder Entwicklung fähig.

Nach manchen andern allbekannten Thatsachen kommt *L.* einmal zu einem richtigen Gedanken, den aber jeder Physiologe schon zur Pflanze mit hinzubringt und deshalb mit *Liebig's* einseitig chemischen Ansichten auch nicht viel anfangen kann. Er sagt (S. 120): „Unter diesem Gesichtspunkt“ (unter welchem, ist aus dem Vorhergehenden nicht zu ersehen) „wird es einleuchtend, wie sehr sich die in einer Pflanze erzeugten Producte je nach dem Verhältniss der zugeführten Nahrungsstoffe ändern können.“ Das ist grade der Punkt, weshalb alle neuere Chemie noch gänzlich für den Pflanzenphysiologen unbrauchbar ist, das ist der Grund, weshalb der Physiologe nicht mit Herrn *L.* an ganzen Morgen Wald und Wiese oder an Gräben und Teichen experimentiren kann, sondern eine Unzahl genauer, mühseliger Versuche mit einzelnen Pflanzen anstellen muss, weil es darauf ankommt, den Process, wie er wirklich in der einzelnen Pflanze vor sich geht, aber nicht blos oberflächlich die ohngefähren Einflüsse der Vegetation auf die Naturgeschichte der Erde kennen zu lernen. *Liebig* hätte sich die meisten Ausfälle gegen die Physiologen sparen können, wenn er nur gewusst hätte, dass die Physiologen es

nicht mit einem schönen, constant nach der Formel 1 $(a+b^2)$ + 1 $(c+b^3)$ zusammengesetzten Salz zu thun haben, sondern mit einem sehr beweglichen Organismus, der eine breite Möglichkeit sich den Verhältnissen anzubequemen in sich trägt, der, wenn ihm das eine oder andere von Aussen nicht geboten wird, sich behilft und seine Oekonomie danach verändert. Es ist und bleibt hier trotz aller möglichen von der Chemie angebotenen Formeln noch ein unbekanntes x, welches wir vorläufig Lebenskraft nennen können, trotz Herrn *Liebig's* Verdammungsurtheil. Aber ich sehe so eben, dass ich ihm Unrecht thue. Der grosse Chemiker, der alle Erklärungen schon fertig in der Tasche hat, der S. 18 gewiss weiss, dass die Pflanze die Kohlensäure zersetzt, der es S. 60 wieder höchst unwahrscheinlich findet, schlägt hier (S. 121) plötzlich verwundert die Hände über den Kopf zusammen und ruft *miraculum* vor derselben Lebenskraft, die etwas vermag, was kein Chemiker mit der stärksten galvanischen Batterie nachzumachen im Stande ist, obwohl es nur eine einfache chemische Zerlegung ist, nämlich der Kohlensäure in der Pflanze, an die *L.* hier wieder glaubt. Ist Ihnen nie das Gefühl gekommen, wie albern Sie bei dieser Stelle den Physiologen gegenüber dastehen, nachdem Sie auf so grobe Weise auf dieselben geschimpft haben? wenn uns 999 Tausendtheil im Gesammtleben noch ganz unerklärlich sind, wenn wir bei dem letzten Tausendtheil die Möglichkeit einer chemischen Erklärung ahnen, aber doch gestehen müssen, dass wir mit unserer armen Chemie noch nicht die unbedeutendste Kleinigkeit, so wie sie wirklich im Organismus vor sich geht, nachahmen können, ich dächte da wäre immerhin das Wort Lebenskraft für all dies Unbekannte noch völlig an seinem Platze, wenn wir nicht höhere philosophische Einwendungen dagegen hätten, von denen Sie, Herr *L.*, aber nicht viel wissen.

*Liebig* fährt dann fort, über die Zersetzung der Kohlensäure in den Blättern zu sprechen und meint (S. 123), es sey durch die Versuche an abgeschnittnen Blättern, denen neben Kohlensäure kein Stickstoff zugeführt worden sey, erwiesen, dass zur Zersetzung der Kohlensäure kein Stickstoff erforderlich sey. Ist das die hochgelobte Kunst zu experimentiren, die man nur in chemischen Laboratorien lernt? Weiss *L.* nicht, dass jedes

Blatt eine grosse Menge stickstoffhaltiger Materie und zwar grade solche enthält, durch welche die wunderbarsten chemischen Metamorphosen und Zersetzungen hervorgerufen werden? Weiss *L.* nicht, dass ein abgeschnittnes Blatt je nach seiner Natur früher oder später aufhört, Kohlensäure zu zersetzen, und was will Herr *L.* entgegnen, wenn ich behaupte, es hört auf, Kohlensäure zu zersetzen, sobald der Vorrath von stickstoffhaltigen Materien verbraucht ist? Mit solchem Reden über die Pflanze kann kein Physiologe etwas anfangen, und wenn *L.* fortfährt: „Der aus der Kohlensäure aufgenommene Kohlenstoff hat eine Form angenommen, in der er löslich ist, die wir Zucker nennen, wenn es süss schmeckt, Gummi oder Schleim, wenn es geschmacklos ist, und Excremente, wenn es durch Wurzeln u. s. w. abgeführt wird," so ist das so oberflächlich gesprochen, dass weder Physiologe, noch Chemiker damit etwas anfangen kann. Zucker eine flüssige Form des Kohlenstoffes zu nennen, ist ganz nichtssagend, denn zum Zucker ist Sauerstoff und Wasserstoff eben so wesentlich, wie Kohlenstoff, nur durch das Zusammentreten aller drei Elemente entsteht Zucker u. s. w. Noch nichtssagender ist das Gerede bei den Excrementen, unter denen sich auch stickstoffhaltige Materien so gut wie fast alle andern in der Pflanze möglichen Stoffe, z. B. Oele, Harze, Oxalsäure u. s. w., finden.

Die nun noch folgenden Bemerkungen, lauter abgerissene längst bekannte Sätze will ich den Landwirthen überlassen, denen sie durch eine ähnliche verbindliche Apostrophe wie die früheren den Physiologen gewidmet sind. Eins (S. 140) ist noch herauszuheben, um abermals zu beweisen, wie oberflächlich *L.* Experimente zu Schlüssen benutzt. Nach *Saussure* liefern Waizenpflanzen 1 Monat vor der Blüthe 0,070, in der Blüthe 0,054 und mit der reifen Frucht 0,035 Asche. Daraus schliesst er, dass die Pflanze dem Boden von der Blüthe an einen Theil der anorganischen Bestandtheile zurückgegeben habe, was gar nicht daraus folgt. Es beweist vielmehr nur, dass das relative Verhältniss zwischen organischen und unorganischen Bestandtheilen sich verändert hat, wobei nichtsdestoweniger die absolute Menge der unorganischen Bestandtheile in jeder einzelnen Pflanze sich um das Zehnfache oder

jede beliebige Grösse vermehrt haben kann und auch entschieden um ein Bedeutendes vermehrt hat, wenn wir das absolute Gewicht der blühenden Pflanze mit der Saamen tragenden vergleichen. So triviale Sachen sollte man nicht erst gegen einen Chemiker, der doch rechnen können muss, zu erwähnen brauchen.

Das folgende Capitel „Wechselwirthaft und Dünger" ist eben so ungeordnet und ohne klare Uebersicht wie alle vorigen. Den Physiologen kann nur Weniges daraus interessiren. Was zuerst die S. 143 ff. berührte Wurzelausscheidung betrifft, so haben wir darüber noch gar keine anführbare Versuche, als die von *Macaire Prinsep*, und wenn wir Physiologen das Experimentiren auch nicht in chemischen Laboratorien gelernt, so wissen wir doch zu gut, was zu einem wissenschaftlichen Experimente gehört, um jene durchaus nicht mit der nöthigen Umsicht angestellten Versuche (man vergl. die fast alle sehr treffenden Einwendungen in *Meyen's* Physiologie) gleich zu einer Theorie zu verarbeiten, mit der Kinder leicht spielen mögen, während der wissenschaftliche Naturforscher weiss, dass bei dem complicirten Processe der Vegetation viel mehr zu berücksichtigen ist, als wovon Herr *Liebig* eine Ahnung hat. Man stelle nur aus diesem Capitel folgende Sätze zusammen, um abermals zu sehen, wie leicht sich Ignoranz die Sache macht, deren Schwierigkeit dem tiefer Eindringenden leicht klar wird. „Es giebt nach *Macaire Prinsep* Excremente, wodurch die Pflanze dem Boden die ihm genommenen humificirten Bestandtheile zurückgiebt. Sie sind für alle Pflanzen unassimilirbar, bis sie wieder humificirt sind. Klee sondert die am schwersten humificirbaren Stoffe ab. Kleearten, nämlich Esparsette und Lucerne, sondern am allermeisten solche Excremente aus und zwar mehrere Jahre hintereinander." Folglich, sollte man denken, gedeiht nach Klee gar keine Pflanze. O nein, so schliesst Herr *L.* nicht. Es gedeihen auch bekanntlich neben und nach dem Klee eine Menge Pflanzen, wären es auch nur sogenannte Unkräuter. Humus dient zwar durchaus nicht zur Ernährung der Pflanzen, siehe Cap. 1 und 2, aber „eine Hauptaufgabe der Wechselwirthschaft und Ursache ihrer Vortheilhaftigkeit ist die künstliche Humuserzeugung, die am vollständigsten und sichersten durch Bepflanzung mit Esparsette und

Lucerne erreicht wird.“ Armer Landmann, der Du Dir von Herrn *Liebig* Deine Theorie musst ausarbeiten lassen! Aber man lese weiter. S. 155 heisst es: „Es ist klar, dass nach 5—7 Jahren die Erde in dem Grade mit diesen Excrementen sich anschwängert, dass jede Wurzelfaser damit umgeben ist, sie werden von der Pflanze, da sie eine Zeitlang löslich bleiben, wieder aufgenommen und wirken nachtheilig, indem sie assimilirbar sind.“ Die Wurzeln, mein Herr *L.*, wachsen in die Länge, nur ihre Enden nehmen Nahrung auf, jedes Jahr verlässt das aufnehmende Ende den durch die angeblichen Excremente vergifteten Platz uud sucht frischen Boden auf, ja durchläuft oft sehr schnell bedeutende Strecken; nicht in Folge der von den Wurzeln geflohenen Excremente entstehen also nach 5—7 Jahren kahle Stellen auf den Kleefeldern, sondern weil die Lebenszeit der Pflanze zu Ende ist, auch im besten Boden würde sich die so alte Pflanze nicht mehr erhalten. Wären die Excremente Schuld, so müsste der ganze Acker zugleich absterben, so aber sterben nur die einzelnen nach der individuellen Verschiedenheit etwas früher oder später alternden Pflanzen ab und bilden so kahle Stellen, die aber nicht zur beliebigen Humificirung durch die Sonne und Atmosphäre kahl bleiben, sondern augenblicklich und schon gleichzeitig mit dem Absterben der Kleepflanzen von einer Menge kleiner Pflänzchen überzogen werden, die in dem angeblich durch unassimilirbare Excremente vergifteten Boden recht munter gedeihen. *L.* scheint nie ein Feld gesehen und nur in landwirthschaftlichen Schriften gelesen zu haben von kahlen Stellen, womit der Landwirth die Stellen bezeichnet, wo die jedesmalige Culturpflanze fehlt, nicht aber die, wo nackter, vegetationsleerer Boden ist. Bei dieser Erörterung kommt S. 153 noch folgender Satz vor: „Wenn auch ein gewisser Kohlenstoffgehalt des Bodens in der Periode des Wachsthums für manche Pflanzen ausreicht, um sie zur vollendeten Entwicklung zu bringen, so ist er dennoch nicht hinreichend, um gewisse Theile ihrer Organe derselben (?!) mit einem Maximum von Nahrung zu versehen.“ Nach meinem schwachen philosophischen Verstande ist das baarer, klarer Unsinn. Zu mehr als zu vollendeter Entwicklung kann es keine Pflanze auf der Welt bringen, und die

dazu hinreichende Nahrung nennt man das Maximum, das Minimum aber das, wobei die Pflanze noch kümmerlich ihr Leben fristet. Aber *L.* hat hier wahrscheinlich das Feld mit der Pflanze verwechselt und meint, wenn auch einige Pflanzen auf dem Felde zur Entwicklung gelangten, so fehle doch die Nahrung, um den höchsten Ertrag vom Felde zu erzielen. S. 74 versprach *L.* den leichten Beweis zu liefern, dass „aller animalische Dünger nur durch Ammoniakbildung wirkt." S. 154 kommt er ausführlicher auf den Dünger zurück und sagt, die Ansicht, dass der Dünger durch seinen Stickstoffgehalt wirke, dass dieser von der Pflanze zu Kleber assimilirt werde, entbehre jeder Begründung, denn der Stickstoffgehalt der Ecremente sey so gering, dass ihr Gehalt gar nicht in Rechnung genommen werden könne. S. 74 hatte *L.* selbst die bekannten Thatsachen angeführt, wie der Klebergehalt beim Waizen wächst, so wie stickstoffhaltigere Düngmittel (thierische Excremente nämlich) angewendet werden, und im Folgenden weist er unzweifelhaft nach, dass wir kein Mittel haben, um den Klebergehalt der Culturpflanzen zu vermehren, als animalische Excremente, „deren kräftige Wirkungsweise nur dem Stickstoffgehalt zugeschrieben werden kann." Dass *L.* bei den Worten animalischer Dünger, thierische Ercremente bald ausschliesslich an die stickstoffärmeren und salzreicheren festen, bald ausschliesslich an die stickstoffreicheren und an Salzen ärmeren flüssigen Excremente denkt, die so streng getrennt, aber beim Landbau nur in den seltensten Fällen angewendet werden, kann wahrlich nur der rathen, der schon vorher eben so viel als Herr *L.* von der Sache weiss.

Doch meine Geduld ermüdet nachgerade, die meiner Leser ist vielleicht längst zu Ende. Es ist auch denke ich zur Genüge dargethan, dass es *L.* an aller klaren Uebersicht, an allem Festhalten an leitenden Principien fehlt. Es war deshalb bei kritischer Betrachtung seines Buchs auch an ein Herausheben seiner Grundgedanken und eine Widerlegung derselben nicht zu denken. Folgt man nach dem dürren Faden der Paginirung, dem einzigen der seine Aphorismen zusammenhält, den einzelnen Sätzen, so begegnet man nur den längst be-

kannten und in jedem Handbuche der Pflanzenphysiologie vielleicht besser verarbeiteten Thatsachen, welche **wirklich** zur Erklärung physiologischer Erscheinungen verwendet werden können; hin und wieder werden einige **mögliche** chemische Erklärungen, wie sie *L.* selbst nennt: „Bilder zur Versinnlichung" angeboten, mit denen der Physiologie um so weniger gedient ist, da jeder, der in den Geist der ächten deutschen Fries'schen Naturphilosophie eingedrungen ist, schon *a priori* weiss, dass in allen naturwissenschaftlichen Disciplinen einmal rein mechanische Erklärungsgründe für alle Erscheinungen gefunden werden müssen, weil dies das einzige Ziel ist, auf welches ächte Naturforschung zustreben kann, deshalb bedarf man, um zu diesem Resultat zu gelangen, auch nicht erst der kümmerlichen Liebig'schen Inductionen; wir finden ferner, dass *L.* alle gründlichen Kenntnisse der Pflanzenphysiologie und ihrer Aufgaben abgehen; endlich wo er physiologisch etwas Neues versucht, bringt er völlig unbrauchbare Ansichten, z. B. die alleinige Aufnahme des Kohlenstoffs durch die Blätter; reihen wir daran die vielfach vorgebrachten groben Fehler in chemischer, physikalischer, physiologischer und philosophischer Beziehung, so ist der Schluss gewiss gerechtfertigt, dass *L.* die Physiologie, wenigstens so weit er Pflanzenphysiologie meint, auf dem Titel streichen muss, indem diese nichts von ihm lernen kann und das Meiste längst sogar besser weiss als *L.* Dass der Pflanzenphysiologie noch gar viel zu ihrer Vollendung fehlt, gestehen wir willig ein, dass aber Herr *L.* nicht der Mann ist, der uns ein neues Licht anzünden wird, ist eben so gewiss. Es ist kein Gewinn für die Wissenschaft daraus zu erwarten, wenn ich auch die folgenden Seiten wie bisher Satz für Satz durchgehe und ihre Unbrauchbarkeit zur Erweiterung unserer physiologischen Kenntnisse nachweise, ich beschränke mich daher darauf, nur schliesslich noch einen Punct herauszugreifen, auf den sich *L.* vorzüglich viel zu Gute thut: nämlich seine Gährungstheorie, in so fern diese allerdings die Physiologie noch näher berührt. Ich will hier *L.* nicht sein kümmerliches Bild von zwei Stoffen, die freundnachbarschaftlich ein Compagniegeschäft (die Zersetzung) entriren und dabei ihr beiderseitiges Vermögen einschiessen, rauben; wenn's ihm

genügt mir ist's Recht, nur möge er sich nicht einbilden, damit auch nur ein Haarbreit von der Gährung erklärt zu haben; ich will hier keinen langweiligen Kampf beginnen gegen die ganz bodenlose und ohne alle leitenden Maximen ausgesonnene Hypothese der crassesten Atomistik, ohne deren Hülfe *L.* seinem Bilde auch nicht einmal den Schein der Anschaulichkeit verschaffen könnte; ich will ihm nicht erwiedern, dass alle die die Gährung erregende Kraft des Ferments aufhebenden Substanzen noch in manchem Andern übereinstimmen als in der Fäulnisswidrigkeit und namentlich darin, dass sie alle niedere und insbesondere die Pilzvegetation verhindern; ich will kleine chemische Versehen nicht rügen wie die Behauptung: Der unlösliche Körper, den man Ferment nennt, bewirkt die Gährung nicht," denn *L.* kann sich leicht überzeugen, dass wenn man gute Bierhefe auf dem Filtrum noch so oft mit destillirtem, ausgekochtem und völlig erkaltetem Wasser auswäscht, so dass immer das Wasser über dem Ferment stehen bleibt, aber nur nicht viele Tage fortgesetzt, dass dann das Ferment in Zuckerwasser bei Gegenwart einer geringen Menge Sauerstoffs, welcher zur Vegetation der Gährungspilze nothwendig ist, stets Gährung erregt; ich will *L.* nicht vorrücken, dass er hier behauptet, „der lösliche Theil des Ferments bewirke die Gährung nicht," während er doch vor wenig Jahren, hoffentlich doch nach Experimenten, das grade Gegentheil behauptete.

Dagegen will ich Herrn *L.* ein ganz kurzes politisches, chemisches und physiologisches Colleg lesen.

1) Der Strauss in der Fabel steckt den Kopf in den Busch, wenn der Jäger kommt. Er meint, was er nicht sähe, das sey nicht da. Herr *L.* hat früher, wenn auch unglücklich, gegen die Gährungspilze polemisirt, jetzt meint er's klüger zu machen, wenn er sie wie der Strauss ignorirt. Guter Herr *L.*, die Zeiten sind vorbei. Jeder, der ein gutes Mikroskop hat oder benutzen kann, hat sich bereits von der Existenz der Gährungspilze und ihrer unzweifelhaften Zellennatur überzeugt; sprechen Sie wenigstens gegen dieselben, das Ignoriren möchte Ihnen sonst leicht als Ignoranz ausgelegt werden.

2) Bei der Gährung im einfachsten Falle sind zwei Stoffe vorhanden: Zuckerwasser und Hefe. Der Process ist Bildung

von Alkohol und Kohlensäure; Wasser und etwas Ferment (?) bleiben unzersetzt übrig. Es wird nach einer Theorie der Gährung gefragt. Beim Salzbildungsprocesse suchte man auch nach einer Theorie und fand sie, nachdem man die Basen und die Säuren in ihre Bestandtheile zerlegt hatte. Das Gesetz der Sättigungscapacität wäre nie gefunden ohne Zerlegung beider. Doch zur Aufgabe. Zuckerwasser kennen wir zur Noth, hinsichtlich seiner Bestandtheile; aber Hefe? Was ist denn das, Herr *L.*? Haben Sie schon einmal dieselbe darauf untersucht, ob sie überhaupt ein einfacher Stoff oder ein Gemenge ist und wenn letzteres, aus welchen einfachen Stoffen und wie die einzelnen Stoffe zusammengesetzt sind und welchen Antheil jeder einzelne an der Gährung nimmt? Etwa nicht? Sie scherzen, Herr *L.* Ein Mann wie Sie, der das Experimentiren in chemischen Laboratorien gelernt hat, sollte so thöricht seyn, eine Theorie über einen Vorgang ausspinnen zu wollen, von dem ihm die eine ganze Hälfte noch völlig unbekannt ist? Stickstoffhaltige Materien sind die wesentliche Bedingung zur Hefenbildung. In welchem Zustande sind diese aber im Moste enthalten, welche Veränderungen gehen mit ihnen vor bei der Bildung der Hefe und wie erklärt sich die merkwürdige Erscheinung, dass völlig ausgebrauchtes Ferment ein der Holzfaser ähnlicher, also stickstofffreier Stoff ist? Wo kommt denn plötzlich Holzfaser her? Da der arme unwissende Physiologe Ihrem Wunsche gemäss bei der Chemie anfragt, aber von der hochweisen Chemie keine Antwort erhält, so will ich Ihnen

3) noch ein kleines Physiologicum lesen. Pflanzenzellen bilden sich nur da, wo neben Zucker oder Gummi auch eine stickstoffhaltige Substanz vorhanden ist. Letztere bildet kleine Kernchen und verwandelt dann in ihrem ganzen Umfange den Zucker oder das Gummi in Faserstoff; die Zelle ist fertig und wächst dann durch Ausdehnung. Im Most sind alle materiellen Bedingungen zur Zellenbildung gegeben, die andern kennen wir überhaupt noch nicht. Untersucht man die im Most entstandne Hefe mit dem Mikroskop, so findet man ziemlich grosse, oft aneinander gereihte Zellen, durch genauere Vergleichung kann man auch den ganzen Process ihrer Vermehrung studiren. Im jüngern Zustande zeigen diese Zellen stets noch den stickstoff-

haltigen Kern, ausserdem kommen noch oft verschiedne kleine Kernchen im Innern der übrigens mit klarem, wässerigem Safte erfüllten Zellen vor. Durch Druck kann man eine solche Zelle leicht zersprengen, man sieht dann den Inhalt austreten und behält das leere Säckchen vor sich. Sobald im Moste keine Stoffe mehr vorhanden sind, um die Vegetation zu unterhalten, hört die Hefenbildung auf; eine grosse Menge gebildeten Alkohols macht eine Vegetation ebenfalls unmöglich, der Wein hat ausgegohren. Wenn man oftmals mit destillirtem Wasser ausgewaschene Bierhefe in einem Agatmörser zerreibt, mit Wasser, Alkohol, Aether u. s. w. behandelt, so bleibt reiner Faserstoff zurück und die Lösungsmittel entziehen der Hefe etwas Gummi, etwas wachs- oder fettartige Materie und eine stickstoffhaltige Substanz. Ich für meinen Zweck brauchte vorläufig nicht mehr aus der chemischen Analyse zu erfahren, die ohnehin nicht für die Publication angestellt war; auch bin ich nur ein armer Physiolog, obwohl ich etwas Experimentiren auch in des verstorbenen *Strohmeyer's*, meines verehrten Lehrers, Laboratorium gelernt habe, und Sie werden hoffentlich bald bessere Analysen der Hefe bekannt machen und vielleicht dann (auf jeden Fall jetzt noch nicht) im Stande seyn, eine halbwegs brauchbare Theorie der Gährung aufzustellen. Bis dahin biete ich Ihnen diese Kleinigkeit an, als Beweis, dass Sie noch viel Physiologie und sogar noch ein klein wenig Chemie von den Physiologen lernen können.

**M. J. Schleiden**, Dr.

Druck von Breitkopf u. Härtel in Leipzig.



